

УДК 681.3(045)

Климова К.Ю.

## ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КЕРОВАНОЇ ЕВОЛЮЦІЇ З ПОЗИЦІЇ ЕВОЛЮЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

**Харківський національний університет внутрішніх справ**

*Запропоновано підхід еволюційного моделювання до створення адаптивної системи управління на природних підставах в задачі управління складними технічними системами. Розглянуто основні принципи моделювання керованої еволюції, визначено основні елементи системи, визначено основні властивості елементів системи, введено поняття ко-еволюційної моделі*

### **Вступ**

Розвиток підприємства в умовах ринкової економіки вимагає нових підходів до управління. Економічне середовище в наш час вкрай нестабільне, а науково-технічний прогрес і динаміка зовнішнього середовища змушують підприємства перетворюватися на все більш складні системи. Частиною таких складних систем є мережа передачі даних (МПД), що виконує комунікаційну функцію, економічну, обчислювальну та ін. функції. Оскільки розвиток підприємства повинен проходити гармонійно [1], ставиться питання про управління розвитком МПД як основним виконавчим інструментом.

Підвищення значущості процесу управління мережею обумовлює реальну необхідність створення нових інструментів, що забезпечують ефективне та професійне управління її розвитком і функціонуванням. У зв'язку з цим актуальною є розробка автоматизованої системи, що забезпечує підтримку прийняття рішень (СППР) з управління розвитком МПД.

Цінність СППР для бізнес-керівника полягає в розумінні того, чого слід чекати від складних, тривалих і не дуже зрозумілих проектів впровадження чергового інформаційного застосування; в розумінні важливості витрат на реалізацію проектів, пов'язаних з ІТ; в розумінні необхідності інвестицій в інфраструктуру комп'ютерної мережі для досягнення намічених бізнес-цілей.

Цінність СППР для керівника ІТ-служби полягає в можливості обґрунту-

вання розвитку інфраструктури мережі підприємства; захисту бюджету на МПД з прив'язкою до досягнення стратегічних бізнес-цілей компанії.

Метою наукового дослідження є розробка комплексу математичних моделей прийняття рішень з управління розвитком мережі передачі даних та комп'ютерної програми, що реалізує ці моделі. Слід зазначити, що ефективні рішення такого роду управління вимагають оперативного обліку безлічі часто суперечливих факторів. До них в першу чергу слід віднести: істотно нечіткий характер взаємодіючих динамічних процесів і простору їх станів; складну паралельно-послідовну взаємодію процесів в умовах невизначеності, значну складність реалізованих завдань; значну питому вагу людського чинника, який багато в чому визначає якість і рівень сучасних рішень.

На практиці об'єкти управління, які погано формалізуються, властивості яких апіорі погано відомі або змінюються в процесі функціонування, є типовими. З середини ХХ століття активно розвивається «некласичний» підхід в теорії управління - втіленням властивостей і особливостей живих організмів таких, як еволюція, регенерація, а також їх систем в штучних технічних і прикладних системах; міждисциплінарні розробки, що використовують ті або інші закономірності біології, психо- та неврології, системної динаміки і загальної теорії систем [2].

Дослідження в напрямі "штучне життя" пов'язані з іменами Н. Вінера, У.

Ешби, К. Шенона і особливо Дж. фон Неймана [3]. У Радянському Союзі у їх витоків стояли Н.М. Амосов, В. М. Глушков, А.Н. Колмогоров, А.А. Ляпунов, Д.А. Поспелов, М. Л. Цетлін [2, 4]. Дотримуючись функціонального підходу, вони вважали, що суть життя визначається не стільки властивостями матеріального субстрату життя (білкових з'єднань або структур ДНК), скільки організацією елементів і процесів в цілісну систему. Якщо штучно створена організація в істотних рисах еквівалентна організації живого, а функції на виході цієї системи і звичайної біологічної структури однакові, то таку систему (модель) можна назвати живою.

Отже, актуальним кроком у розвитку теорії систем управління є розробка єдиних принципів побудови універсальної адаптивної системи управління на природних підставах. Одним з підходів до створення такої системи є еволюційне моделювання.

### **Еволюційне моделювання**

Термін «еволюційне моделювання» відомий досить давно [3]. Спочатку еволюційне моделювання застосовувалося виключно для дослідження біологічних моделей, наприклад, моделей еволюції. Далі цей метод в загальній формі став застосовуватися в задачах оптимізації. Тут необхідно відзначити праці Л. А. Растрігіна про «біонічний» підхід до оптимізації, що передбачили появу генетичних алгоритмів - найбільш популярних представників еволюційних алгоритмів [4].

У еволюційному моделюванні можна виділити три напрями досліджень [3]: 1) побудова моделей виникнення молекулярна генетичних інформаційних систем; 2) моделювання загальних закономірностей еволюції; 3) прикладне еволюційне моделювання.

В даний час еволюційне моделювання являє собою напрямок в математичному моделюванні, що об'єднує комп'ютерні методи моделювання біологічних

процесів еволюції, а також інші, ідеологічно близькі напрями в математичному програмуванні, що використовують евристичні методи та еволюційний принцип, що розглядається нижче. Інструментами еволюційного моделювання є генетичні алгоритми, еволюційні стратегії, еволюційне програмування, а також штучні нейронні мережі, нечітка логіка [5].

Принцип еволюційного моделювання заснований на еволюційних обчисленнях. Еволюційні обчислення – це термін, що відноситься до декількох методів оптимізації, об'єднаних тим, що всі вони використовують поняття еволюції об'єктів, що входять в систему. З точки зору теорії систем еволюція являє собою процес адаптації системи через зміну її параметрів під впливом зовнішніх умов. Тому еволюційні обчислення можна трактувати як розвиток методів теорії адаптивних систем.

На сьогоднішній день активно ведуться роботи в напрямі науки о загальних законах розвитку штучних систем, основоположником якої став відомий радянський учений – Генріх Альтшуллер псевдонім – Генріх Альтов - автор *ТРВЗ-ТРТС* (теорії розв'язання винахідницьких завдань – теорії розвитку технічних систем). Згідно *ТРТС*, процес розвитку техніки – це рівнодіюча свідомій людській діяльності, а людина діє відповідно до об'єктивних законів світу, тобто розвиток техніки об'єктивний і підпорядкований визначеним законам.

Закон розвитку технічної системи – це істотне, стійке, таке, що повторюється відношення між елементами усередині системи із зовнішнім середовищем в процесі розвитку, тобто переходу системи від одного стану до іншого.

Відповідно до законів техніки теорії розвитку технічних систем, система в загальному вигляді повинна мати рівні потреб, функцій і систем [6]. Схематично це зображено на рис. 1.

Рівні законів	Закони розвитку систем
Потреб	Закони розвитку потреб
Функцій	Закони зміни функцій
Систем	Закони розвитку систем

Рис. 1 – Рівні законів розвитку систем

Закономірності розвитку потреб визначають тенденції їх зміни. Це необхідно для визначення функцій і систем, за допомогою яких можна задовольнити зростаючі потреби.

Закономірності розвитку функцій пов'язані з закономірностями розвитку потреб, але мають і свою специфіку, наприклад, перехід систем до багатфункціональності (універсальності) або, навпаки, до однофункціональності (спеціалізації).

Власне закони техніки можна розділити на дві групи (див. рис. 2):

- закони організації систем, що визначають життєздатність системи;
- закони еволюції систем, що визначають розвиток технічних систем [6].



Рис. 2 – Закони техніки

Очевидно, при побудові адаптивної системи на природних підставах необхідно враховувати вищевказані закони. Проте, еволюція повинна бути керованою, оскільки розвиток повинен бути максимально ефективним, відповідати поставленим поточним вищим цілям при наявності об'єктивних обмежень, накладених довкіллям, причому в міру досягнення цілей мережа передачі даних повинна адекватним чином змінюватися, переходити на наступний еволюційний етап.

Основні принципи моделювання керованої еволюції

Протягом останніх 10 років розроблялася технологія спеціального виду робіт, які отримали назву «*Directed Evolution*» що в перекладі означає направлена, орієнтована, керована еволюція чи в скороченому варіанті ДЕ. Головна відмінність ДЕ від існуючих методів прогнозу: прогноз обмежує сукупність застосовуваних методів прогнозування, оскільки при цьому не залишається місця для невизначеності, яка об'єктивно виникає при прогнозуванні складних систем. Головна посилка ДЕ – враховуючи чинник невизначеності, можна спрогнозувати групу більш менш вірогідних "майбутніх" і управляючи розвитком (роблячи в потрібний час потрібні дії по керуванню, розробляючи винаходи, публікуючи матеріали, рекламуючи, цілеспрямовано вкладаючи гроші і так далі) забезпечити перемогу заздалегідь вибраного бажаного варіанту розвитку.

Розглянемо побудову адаптивної системи управління на природних підставах з позиції підходу ДЕ, враховуючи закони ТРТС.

З початку 90-х років активно розвивається напрямок "Адаптивна поведінка" [4, 5]. Основний підхід цього напрямку - конструювання і дослідження штучних "організмів", здатних пристосовуватися до зовнішнього середовища. Ці організми називаються "аниматами". Суттю такого підходу є ідея штучного життя анимата. Як і для "Штучного життя", для досліджень "Адаптивної поведінки" характерний синтетичний підхід: тут конструюються архітектури, що забезпечують "інтелектуальну" поведінку аниматів.

Будемо розглядати МПД у якості штучного організму. Загальний підхід можна охарактеризувати наступним чином. МПД – анимат, який існує в реальному або модельному середовищі. У нього є декілька природних потреб. У відповідності з цими потребами анимат

містить сукупність агентів - комп'ютерних «інтелектуальних» блоків, за допомогою яких він взаємодіє із зовнішнім середовищем і сприймає з нього інформацію, а також систему стратегічного управління, яка координує сприйняття і дії анимата.

Керована еволюція *Directed Evolution* на підставі вищевказаного підходу дозволить забезпечити живучість підприємства в цілому та МПД зокрема, а також постійно відстежувати розвиток мережі в напрямі певного оптимуму продуктивності, надійності, якості.

Впровадження еволюційного підходу має на увазі створення коеволюційної моделі мережі передачі даних.

Коеволюція – спільна еволюція елементів, що взаємодіють в системі.

Мережу передачі даних в рамках еволюційного підходу можна розглядати у трьох аспектах розвитку її елементів:

1. технічних ресурсів - середовища передачі даних, сюди відносяться канали зв'язку, структура обчислювальних і периферійних вузлів мережі;

2. фінансових ресурсів - сукупність матеріальних і нематеріальних потоків;

3. людських ресурсів - виконавчий персонал, який безпосередньо має відношення до процесу, а також представники управлінських структур корпорації.

У системі "техніка-фінанси-люди" коеволюція передбачає таке узгодження темпів розвитку, що забезпечить живучість підприємства в цілому та МПД зокрема.

Коеволюційна модель – модель управління розвитком системи «техніка-фінанси-люди».

Ключовими властивостями такої моделі є здатність до розвитку; адаптації та/або самоорганізації; здатність до навчання.

### **Висновки**

Наукова новизна роботи. Вперше запропоновано підхід застосування

"штучного життя" в якості "адаптивної поведінки" для досліджень, що дозволяють розглядати складну технічну систему в якості штучного організму при розробці математичного моделювання задачі управління розвитком складних технічних систем на прикладі МПД

Практична значущість результатів роботи полягає в побудові такої коеволюційної моделі мережі передачі даних, яка має здатність до розвитку, адаптації та/або самоорганізації, здатність до навчання, що забезпечує її ефективну реалізацію у складі інформаційної системи управління розвитком МПД.

Подальші перспективи підходу, що розробляється, пов'язані з формалізацією комплексу математичних моделей і алгоритмів управління розвитком мереж передачі даних.

### **Список літератури**

1. Васіленко В.А. Менеджмент сталого розвитку підприємства . – Київ: ЦУЛ, 2005. – 501 с.
2. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. М., 1994. – 192 с.
3. Фогель Л., Оуэнс А., Уолш М. Искусственный интеллект и эволюционное моделирование. – М.: Мир, 1969. – 175 с.
4. Растринин Л.А. Адаптация сложных систем. – Рига: Зинатне, 1981. – 93 с.
5. Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems, Ann Arbor: The University of Michigan Press. Reprinted by MIT, 1992. – С. 154-165.
6. Петров В., Злотин Э. Закономерности развития систем. – Тель-Авив, 1992 – 179 с.

Подано до редакції 23.12.2010